

*К. С. Левончук, Е. С. Зайцева, Т. В. Борисова*

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Нижний Новгород, [kselevand@yandex.ru](mailto:kselevand@yandex.ru)

## КОГЕНЕРАЦИЯ НА БАЗЕ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ, КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ

*В работе проанализированы современные проблемы в энергетической отрасли. Представлено энергоэффективное решение путем создания когенерационной установки на базе ныне существующей котельной в г. Нижний Новгород. Рассчитаны примерные сроки окупаемости подобного решения и его преимущества в сравнении с традиционными способами получения электрической и тепловой энергии.*

Ключевые слова: энергоэффективность; когенерация; топливо; экономия; энергия; тепло; электричество; теплоэлектроцентрль.

*K. S. Levonchuk, E. S. Zaitseva, T. V. Borisova*

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,  
Nizhny Novgorod

## COGENERATION ON THE BASIS OF A WATER-BOILER AS AN ENERGY EFFICIENT SOLUTION

*The paper analyzes current problems in the energy industry. An energy-efficient solution is presented by creating a cogeneration unit based on the existing boiler house in Nizhny Novgorod. The approximate payback periods of such a solution and its advantages are calculated in comparison with traditional methods of generating electric and thermal energy.*

Key words: energy efficiency; cogeneration; fuel; saving; energy; heat; electricity; cogeneration plant.

В России и во всем мире, ведется активная работа над решением проблем, имеющих чрезвычайно важное значение и получивших

государственную поддержку в большинстве стран, а именно: повышения энергоэффективности, сбережения ресурсов нашей планеты и улучшения её экологического статуса.

Когенерация – это термодинамическое производство двух и более форм полезной энергии (механической, электрической и тепловой) из единственного первичного источника энергии (органического топлива или нетрадиционных энергоресурсов) [1]. Приставка «ко» в слове когенерация и означает «комби». При отдельном способе производства электричества и тепла значительная часть энергии топлива не используется. Использование когенерационных установок приводит к существенному уменьшению общего его потребления на производство и тепловой, и электрической энергии, и, соответственно, увеличивает полноту его использования. Подобные установки представляют собой тепловую электростанцию (ТЭС).

В наши дни ТЭС может конструироваться не только как отдельно стоящий и функционирующий энергетический комплекс, но и создаваться на базе обычных котельных, превращаясь в мини-теплоэлектростанции (мини-ТЭЦ). Они комплектуются различными типами силовых установок и, в зависимости от двигателя, способны работать на любом виде топлива. Малые ТЭЦ имеют ряд преимуществ, а именно:

1. КПД таких станций достигает 80–90 %, что на порядок выше КПД крупных ТЭЦ.
2. Малые сроки проведения строительно-монтажных работ.
3. Высокая стабильность работы, при условии бесперебойной подачи топлива.
4. Мини-ТЭЦ размещают в непосредственной близости к потребителю, что, в первую очередь, уменьшает потери в результате транспортировки энергии, а также экономит значительную часть средств, в результате отсутствия протяжённых линий тепловых сетей.
5. Более низкие капиталовложения и меньшие затраты на эксплуатацию, благодаря современной автоматике.
6. Быстрые сроки окупаемости (от 2 до 5 лет) и т. д.

Принцип когенерации в малых теплоэлектроцентралях довольно прост: сжигание топлива в топке котла приводит в действие двигатель, осуществляющий механическую работу, вращение вала двигателя, соединенного с ротором, производит электрическую энергию; тепловая же энергия, полученная из отходящих газов и систем охлаждения установки, идёт на нагрев воды.

Рассмотрим применение газопоршневой установки для котельной с двумя водогрейными котлами Logano S825M 7,7 МВт и одним котлом Logano S825M 1,9 МВт и рассчитаем примерные сроки её окупаемости.

Необходимая мощность газопоршневой установки представляет собой сумму мощностей энергопотребляющих приборов для обеспечения бесперебойной работы котельной, а именно 164,07 кВт. Исходя из этого подбираем ГПУ Iveco (FPT) VM 270 A/G-A с номинальной мощностью 200 кВт, работающую на природном газе.

Определим укрупненные капиталовложения в установку газопоршневого агрегата малой мощности [2]:

1. Стоимость ГПУ составляет 7 608 901 руб.
2. Стоимость всех необходимых электротехнических устройств составляет около 10–15 % от стоимости установки, а именно 760 890,1 руб.
3. Приблизительная стоимость тепломеханической части (трубопроводы, дымоходы и т. д.) составит 15–20 % от стоимости ГПУ, т. е. 1 521 780,2 руб.

4. Общая стоимость оборудования рассчитывается по формуле (1):

$$C_{об} = C_{гпу} + (0,1 \dots 0,15) \cdot C_{гпу} + (0,15 \dots 0,2) \cdot C_{гпу}, \quad (1)$$

где  $C_{об}$  – общая стоимость оборудования, руб.;  $C_{гпу}$  – стоимость ГПУ, руб.

Таким образом, общая стоимость оборудования составит 9 891 571,3 руб.

5. Осуществление строительно-монтажных работ составляет 15–20 % от стоимости, рассчитанной в п. 5, а именно 1 483 735,7 руб.

6. Стоимость проектно-изыскательных работ – 5–10 % от стоимости строительно-монтажных работ, т. е. 74 186,8 руб.

7. Стоимость пуско-наладочных работ составляет 3–5 % от стоимости оборудования, т. е. 296 747,1 руб.

8. Капиталовложения в предприятие рассчитывается по формуле (2):

$$K_{\text{тг}} = C_{\text{об}} + (0,05 \dots 0,1) \cdot C_{\text{смп}} + (0,15 \dots 0,3) \cdot C_{\text{об}} + (0,03 \dots 0,05) \cdot C_{\text{об}}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{тг}}$  – объем капиталовложений в предприятие, руб.;  $C_{\text{об}}$  – общая стоимость оборудования, руб.;  $C_{\text{смп}}$  – стоимость строительно-монтажных работ, руб.

Таким образом, капиталовложения составят 11 746 240,9 руб.

9. Определяем ориентировочный срок окупаемости по формуле (3):

$$CP_{\text{ок}} = K_{\text{тг}} / (\mathcal{E}_{\text{от}} \cdot c_{\text{эл.эн.}} - B \cdot c_{\text{топл.}}), \quad (3)$$

где  $CP_{\text{ок}}$  – срок окупаемости, лет;  $K_{\text{тг}}$  – капиталовложения в предприятие, руб.;  $\mathcal{E}_{\text{от}}$  – количество электроэнергии, производимой турбиной, кВт·ч/год;  $c_{\text{топл.}}$  – стоимость единицы топлива, руб. ( $c_{\text{топл.}} = 5,73$  руб.);  $c_{\text{эл.эн.}}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб. ( $c_{\text{эл.эн.}} = 4,31$  руб.);  $B$  – расход топлива, м<sup>3</sup>/год ( $B = 48,2$  м<sup>3</sup>/ч).

Итоговый срок окупаемости капиталовложений в газогенераторную установку составит 2,32 года. Это подтверждает то, что создание мини-ТЭЦ на базе водогрейной котельной представляет собой, помимо энергоэффективного и экологически выгодного мероприятия (благодаря более эффективному использованию топлива и уменьшению выброса вредных веществ в атмосферу), ещё и экономически выгодное вложение финансовых средств, полностью окупающееся за довольно короткий промежуток времени.

#### Список использованных источников

1. Использование когенерационных установок при энергоснабжении предприятий / П. Я. Киреенко, В. Н. Дорофеев // СОК. 2012. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/ispol-zovanie-kogeneracionnyh-ustanovok-pri-energосnabzhenii-predpriyatiy> (дата обращения: 20.11.2019)
2. Непомнящий Е. Г. Экономическая оценка инвестиций : учебное пособие. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. 292 с.